

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
8. April 2004 (08.04.2004)

PCT

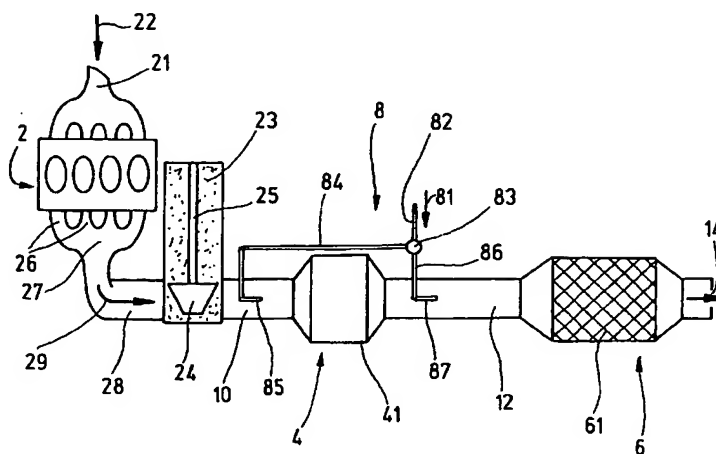
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/029423 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F01N 3/20, 3/035, 3/021 (72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHALLER, Johannes [DE/DE]; Poststr. 34, 71229 Leonberg (DE). LUEDERS, Hartmut [DE/DE]; Amselweg 4, 71720 Oberstenfeld (DE). WALZ, Christian [DE/DE]; Hoffmannstr. 98, 71229 Leonberg (DE). MAYER, Thorsten [DE/DE]; Hausmühlstr. 20, 67551 Worms (DE). RIPPER, Wolfgang [DE/DE]; Maximilianstrasse 9, 70327 Stuttgart (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/001800 (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (22) Internationales Anmeldedatum: 2. Juni 2003 (02.06.2003) (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 102 43 270.8 18. September 2002 (18.09.2002) DE (74) Gemeinsamer Vertreter: ROBERT BOSCH GMBH; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE). (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: EXHAUST GAS PURIFICATION SYSTEM OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE AND METHOD FOR PURIFYING THE EXHAUST GASES THEREOF

(54) Bezeichnung: ABGASREINIGUNGSANLAGE EINER BRENNKRAFTMASCHINE UND VERFAHREN ZUR REINIGUNG DEREN ABGASE



(57) Abstract: The invention relates to a system for purifying the exhaust gas of an internal combustion engine, particularly an internal combustion engine featuring self-ignition and/or direct fuel injection. Said system comprises at least one oxidation catalytic converter that is disposed inside an exhaust gas duct of the internal combustion engine, at least one device which is disposed downstream thereof and selectively reduces the exhaust gases in a catalytic manner, and a device delivering reduction means into the exhaust gas flow upstream of or within the selective catalytic reduction device. A switching device (83) optionally delivers reduction means (81) into the exhaust gas flow (29) upstream of or within the at least one oxidation catalytic converter (4). The invention also relates to a corresponding method for purifying the exhaust gas of an internal combustion engine (2).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Abgasreinigungsanlage zur Reinigung des Abgases einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer Brennkraftmaschine mit Selbstzündung und/oder mit Kraftstoffdirekteinspritzung, mit wenigstens einem in einem Abgaskanal der Brennkraftmaschine angeordneten Oxidationskatalysator, mit wenigstens einer diesem nachgeordneten Vorrichtung zur selektiven katalytischen Reduktion der Abgase und mit einer Zuführvorrichtung zur Zuführung von Reduktionsmittel in den Abgasstrom von bzw. in die Vorrichtung zur selektiven katalytischen Reduktion. Es ist eine Umschaltvorrichtung (83) zur wahlweisen Zuführung von Reduktionsmittel (81) in den Abgasstrom (29) vor dem bzw. innerhalb des wenigstens einen Oxidationskatalysators (4) vorgesehen. Die Erfindung betrifft ferner ein entsprechendes Verfahren zur Reinigung des Abgases einer Brennkraftmaschine (2).

5

Abgasreinigungsanlage einer Brennkraftmaschine und  
Verfahren zur Reinigung deren Abgase

- 10 Die Erfindung betrifft eine Abgasreinigungsanlage  
einer Brennkraftmaschine mit einer Vorrichtung zur  
selektiven katalytischen Reduktion. Die Erfindung  
betrifft ferner ein Verfahren zur Reinigung von Ab-  
gasen einer Brennkraftmaschine, bei dem ein Abgas-  
15 strom durch eine Vorrichtung zur selektiven kataly-  
tischen Reduktion geleitet wird.

Stand der Technik

- 20 Zur Minderung der Stickoxidanteile in sauerstoff-  
reichem Abgas, wie es insbesondere von Dieselmotoren  
und von Brennkraftmaschinen mit Ben-  
zin-Direkteinspritzung emittiert wird, ist es be-  
kannt, ein Reduktionsmittel in einen Abgastrakt  
25 einzuführen. Als Reduktionsmittel eignet sich bspw.  
 $\text{NH}_3$ , das als Gas in den Abgasstrom eingebracht wer-  
den kann. Bei dieser sog. selektiven katalytischen  
Reduktion (SCR, „selective catalytic reduction“)  
wird das Ammoniak mit den im Abgas enthaltenen  
30 Stickoxiden selektiv zu molekularem Stickstoff und  
Wasser umgesetzt.

Als problematisch ist die ungenügende Aktivität des bekannten SCR-Systems bei Abgastemperaturen unterhalb ca. 250 °C anzusehen. Eine Vorschaltung eines Oxidationskatalysators sorgt einerseits für eine  
5 Minderung der Anteile an deaktivierend wirkenden Kohlenwasserstoffen und andererseits für eine Oxidation von NO zu NO<sub>2</sub>, was insgesamt zu einer deutlichen Steigerung des NO<sub>x</sub>-Umsatzes bei Abgastemperaturen oberhalb von ca. 200 °C führt. Insbesondere  
10 beim Einsatz in PKW treten allerdings Phasen mit derart niedrigen Abgastemperaturen relativ häufig auf, was eine mittlere Katalysatortemperatur von weniger als 180 °C im bekannten MVEG-Testzyklus (MVEG: Motor Vehicles Emissions Expert Group; eine  
15 Expertengruppe der Europäischen Kommission) verdeutlicht.

Um eine gute Verteilung des Reduktionsmittels auf den SCR-Katalysator zu gewährleisten, kann eine  
20 Mischstrecke von ca. 40 cm vorgesehen sein, die ggf. mit einer Mischeinrichtung versehen ist. Eine derartige Mischeinrichtung für eine Abgasreinigungsanlage ist in der älteren deutschen Patentanmeldung mit dem Aktenzeichen 101 31 803.0 beschrieben.  
25 Hierbei weist ein im Abgasrohr angeordneter Mischkörper eine Gasaufprallfläche sowie eine Strahlaufprallfläche auf, so dass aus der Brennkraftmaschine strömendes Abgas auf die Gasaufprallfläche und quer zum Abgasstrom zuführbares Reduktionsmittel auf die Strahlaufprallfläche treffen  
30 kann.

## Vorteile der Erfindung

Eine gemäß der Erfindung konfigurierte Abgasreinigungsanlage umfasst wenigstens einen in einem Abgaskanal einer Brennkraftmaschine angeordneten Oxidationskatalysator und wenigstens eine diesem nachgeordnete Vorrichtung zur selektiven katalytischen Reduktion der Abgase. Die Abgasreinigungsanlage umfasst weiterhin eine Zuführvorrichtung zur Einspeisung und Zumischung von Reduktionsmittel in den Abgasstrom vor bzw. in die Vorrichtung zur selektiven katalytischen Reduktion (SCR-Katalysator). Erfindungsgemäß weist die Abgasreinigungsanlage eine Umschaltvorrichtung und/oder eine weitere Zuführvorrichtung auf zur wahlweisen Zuführung von Reduktionsmittel in den Abgasstrom vor dem bzw. innerhalb des wenigstens einen Oxidationskatalysators. Mit einer solchen Konfiguration des Oxidations- sowie des sogenannten SCR-Katalysators kann eine Reduzierung der  $\text{NO}_x$ -Emissionsgrenzwerte unter eine Menge an emittiertem  $\text{NO}_x$  erreicht werden, die die Einhaltung der zulässigen Abgasnormen während des MVEG-Testzyklus gewährleistet. Eine solche Reduzierung der  $\text{NO}_x$ -Emissionen kann dadurch erreicht werden, dass der bereits vorhandene und zur Stickstoffoxidation verwendete temperaturbeständige Oxidationskatalysator während einer Kaltstartphase zusätzlich zur  $\text{NO}_x$ -Reduktion herangezogen wird. Bei einer motornahen Einbaulage hat der Oxidationskatalysator bereits nach etwa 50 Sekunden eine Temperatur von mehr als 100 °C erreicht, was für eine  $\text{NO}_x$ -Reduktion mittels  $\text{NH}_3$  oder einem  $\text{NH}_3$  abspaltenden Reduktionsmittel ausreichend ist.

Oxidationskatalysatoren weisen als Aktivkomponente hauptsächlich Edelmetalle wie Platin auf. Dadurch werden Oxidationsreaktionen von Kohlenwasserstoffen, Kohlenmonoxid und Stickstoffmonoxid bereits  
5 bei niedrigen Temperaturen begünstigt. Wird  $\text{NH}_3$  als Reduktionsmittel eingedüst, zeigen diese Katalysatoren bereits bei Temperaturen unterhalb von  $100^\circ\text{C}$  eine relativ starke De- $\text{NO}_x$ -Aktivität.

10 Wird eine Konfiguration mit einer Umschaltvorrichtung anstatt einer separaten Zuführvorrichtung für den Oxidationskatalysator gewählt, kann dies den Bauaufwand reduzieren. Die Erfindung umfasst jedoch in gleicher Weise eine Ausgestaltung mit separaten  
15 und getrennt ansteuerbaren Zuführeinrichtungen für Reduktionsmittel.

Die Umschaltvorrichtung zur wahlweisen Zuführung des Reduktionsmittels in den Abgasstrom vor bzw. in  
20 den Oxidationskatalysator bzw. in den SCR-Katalysator kann als Ventil, insbesondere als 3/2-Wege-Ventil ausgebildet sein. Auf diese Weise kann das Reduktionsmittel wahlweise dem Oxidations- oder dem SCR-Katalysator zugeführt werden, je nachdem,  
25 welche Temperaturniveaus diese im Fahrbetrieb erreicht haben.

Eine Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Umschaltvorrichtung als Mischventil ausgebildet  
30 ist. Auf diese Weise kann während einer Übergangszeit eine gleichzeitige Beaufschlagung des Oxidations- und des SCR-Katalysators mit Reduktionsmittel erfolgen. Mit einem solchen Mischventil kann eine abrupte Umschaltung vermieden werden, so dass je

nach erreichten Betriebstemperaturen der Katalysatoren eine optimale Reinigungswirkung erzielt werden kann.

- 5 Die Umschaltvorrichtung ist vorzugsweise temperaturgesteuert, sodass während einer Kaltstartphase mit noch niedrigen Abgastemperaturen der Oxidationskatalysator und nach einer Warmlaufphase der SCR-Katalysator mit Reduktionsmittel beaufschlagt  
10 werden kann.

Die Zuführeinrichtung umfasst vorzugsweise jeweils eine Dosiervorrichtung zur Mengendosierung sowie Düsen zur Verteilung bzw. Zerstäubung des Reduktionsmittels im Abgasstrom.  
15

Vorzugsweise ist der wenigstens eine Oxidationskatalysator in unmittelbarer Nähe eines Abgasauslasses der Brennkraftmaschine angeordnet, so dass er  
20 bereits nach kurzer Zeit relativ hohe Temperaturen und somit eine hohe Reinigungswirkung erreicht.

Als Reduktionsmittel kommt beispielsweise eine ammoniakhaltige bzw. ammoniakfreisetzende Substanz in Frage, die eine NO<sub>x</sub>-Reduktion bewirken kann. Als  
25 solche Substanz kommt bspw. Harnstoff oder Ammoniumcarbamat in Frage.

Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zur Reinigung  
30 von Abgasen einer Brennkraftmaschine, bei dem ein Abgasstrom durch wenigstens einen im Abgaskanal angeordneten Oxidationskatalysator und einer diesem nachgeschalteten Vorrichtung zur selektiven katalytischen Reduktion (SCR-Katalysator) geleitet wird,

- 6 -

- wird dem Abgasstrom ein Reduktionsmittel zugeführt, welches gemäß der Erfindung dem Abgasstrom wahlweise vor dem bzw. innerhalb des wenigstens einen Oxidationskatalysators zugeführt wird. Wahlweise wird
- 5 das Reduktionsmittel gleichzeitig beiden Katalysatoren oder jeweils nur einem der Katalysatoren zugeführt. Das Reduktionsmittel wird vorzugsweise mittels einer Düse verteilt bzw. zerstäubt.
- 10 Eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht eine temperaturgesteuerte Zuführung des Reduktionsmittels in den Oxidationskatalysator und/oder in die Vorrichtung zur selektiven katalytischen Reduktion vor.
- 15 Wird der Oxidationskatalysator mit  $\text{NH}_3$  beaufschlagt, zeigt er bei Temperaturen unterhalb von  $100\text{ }^\circ\text{C}$  eine relativ ausgeprägte De- $\text{NO}_x$ -Aktivität. Allerdings ist das nutzbare Temperaturfenster zur
- 20  $\text{NO}_x$ -Reduzierung relativ eng begrenzt, da oberhalb von ca.  $250\text{ }^\circ\text{C}$  bis  $300\text{ }^\circ\text{C}$  keinerlei Stickstoffreduktion mehr stattfindet, sondern eine zusätzliche Stickoxidproduktion durch eine Oxidation von  $\text{NH}_3$ . Zudem werden unter Umständen relativ hohe  $\text{N}_2\text{O}$ -
- 25 Selektivitäten beobachtet. Daher ist sicherzustellen, dass der Oxidationskatalysator nur in einer Startphase (im MVEG-Test nur bis etwa 350 s) mit dem Reduktionsmittel beaufschlagt wird. Vorzugsweise wird das Reduktionsmittel in den
- 30 Oxidationskatalysator bei Abgastemperaturen von weniger als ca.  $150\text{ }^\circ\text{C}$  bis  $200\text{ }^\circ\text{C}$  im Oxidationskatalysator zugeführt.



- 7 -

Nach einer solchen Zeitspanne hat normalerweise auch der SCR-Katalysator seine Arbeitstemperatur erreicht und die Reduktionsmitteleindüsung wird auf den SCR-Katalysator umgeschaltet. Dies kann bei 5 Temperaturen von ca. 150 °C bis 200 °C im SCR-Katalysator erfolgen. Die Reduktionsmitteldosierung auf den Oxidationskatalysator ist prinzipiell bei Betriebspunkten mit niedriger Abgastemperatur - also nicht nur beim Kaltstart - möglich und ver- 10 spricht hier ein sehr effektives NO<sub>x</sub>-Minderungspotential, wo mit dem SCR-Katalysator eine nur unzureichende Aktivität erreicht wird. Mit einer Eindüsung vor dem Oxidationskatalysator bis zu einer Zeit von etwa 600 s ist somit eine deutliche Umsatzsteigerung des Abgasreinigungssystems zu 15 erzielen. Ein geeigneter, sinnvoller Umschaltpunkt des temperaturgesteuerten Umschaltventils kann bei 100 bis 200 °C, vorzugsweise bei 130 bis 180 °C liegen.

20 Eine praktische Ausführung des Systems kann beispielsweise ein 3/2-Wege-Umschaltventil vorsehen, welches in Abhängigkeit der Katalysatortemperaturen und des Motorbetriebspunktes betätigt wird. Eine 25 solche Aufrüstung eines vorhandenen Systems ist relativ einfach und mit nur geringem Aufwand zu werkstelligen. Das Katalysatorsystem, die Temperatursensoren und das Dosiersystem sind bereits vorhanden, wobei diese Komponenten auch nicht modifiziert werden müssen. Lediglich das Umschaltventil 30 und die Reduktionsmittelzuleitung vor dem Oxidationskatalysator muss nachgerüstet werden. Durch eine geeignete Dosierstrategie kann eine effektive Reduktion der Stickoxide über einen gesamten Testzyk-

lus (MVEG-Zyklus) erreicht werden. Im MVEG-Test lässt sich eine NO<sub>x</sub>-Umsatzsteigerung von ca. 40% erreichen, so dass bei verminderten Rohemissionen selbst eine Erfüllung der relativ strengen US-  
5 Normen möglich ist.

Der Oxidationskatalysator kann in einer bevorzugten Ausführungsform als katalytisch beschichteter Partikelfilter ausgebildet sein. Die katalytische Be-  
10 schichtung des Partikelfilters wirkt hierbei ähnlich der Beschichtung eines bekannten Oxidationskatalysators. Weiterhin kann zwischen dem Oxidationskatalysator und dem SCR-Katalysator ein separater Partikelfilter vorgesehen sein, der eine Filterung  
15 der Rußpartikel bewirkt.

Die Erfindung wird nachfolgend in bevorzugten Ausführungsbeispielen anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigt:

20

Figur 1 eine schematische Darstellung einer Brennkraftmaschine mit einer Abgasnachbehandlungseinheit in einem Abgaskanal,

25 Figur 2 eine schematische Darstellung der Brennkraftmaschine gemäß Figur 1 in einer ersten Betriebsstellung,

Figur 3 die Brennkraftmaschine gemäß Figur 1 in  
30 einer zweiten Betriebsstellung,

Figur 4 typische Temperaturverläufe der Komponenten des Abgasreinigungssystems während eines Testzyklus,

Figur 5 typische NO<sub>x</sub>-Emissionswerte während eines Testzyklus und

5 Figur 6 ein qualitatives Diagramm zur Darstellung der SCR-Aktivität eines Oxidationskatalysators.

Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Abgasreinigungsanlage in schematischer Darstellung. Dabei ist  
10 in einem Abgaskanal 28 einer Brennkraftmaschine 2 ein Oxidationskatalysator 4 und eine als SCR-Katalysator 6 bezeichnete Vorrichtung zur selektiven katalytischen Reduktion angeordnet. Die Brennkraftmaschine 2 weist einen Einlasskanal 21 zur Zufuhr von Frischgas 22 sowie Auslasskanäle 26 auf,  
15 die in einem Sammler 27 zum Abgaskanal 28 zusammengeführt sind. Im Abgaskanal ist eine Abgasturbine 24 eines Abgasturboladers 23 angeordnet, die über eine Welle 25 mit einem hier nicht dargestellten Verdichter gekoppelt ist. Der Abgasturbolader 23 ist optional und dient zur Verbesserung des Leistungs- und Abgasverhaltens der Brennkraftmaschine 2.

25

Die Brennkraftmaschine 2 ist vorzugsweise eine Dieselmotor-Brennkraftmaschine mit Selbstzündung oder ein Benzinmotor mit Kraftstoffdirekteinspritzung. Beide Motorentypen emittieren jeweils ein relativ sauerstoffreiches Abgas. Der Abgasstrom 29 durchläuft  
30 nacheinander den Oxidationskatalysator 4 sowie den SCR-Katalysator 6 und verlässt die Abgasreinigungsanlage als gereinigtes Abgas 14, das über einen

- 10 -

Schalldämpfer (nicht dargestellt) ins Freie geleitet wird.

Die Abgasreinigungsanlage weist weiterhin eine Zuführeinrichtung 8 zur Zuführung eines Reduktionsmittels 81 in den Abgasstrom 29 auf. Die Zuführeinrichtung 8 umfasst eine Umschalteinrichtung 83 sowie eine mit einer ersten Düse 85 in Verbindung stehende erste Verbindungsleitung 84 und eine mit einer zweiten Düse 87 in Verbindung stehende zweite Verbindungsleitung 86. Die erste Düse 85 ist im Abgaskanal 28 stromaufwärts des Oxidationskatalysators 4 angeordnet und dient zur feinen Verteilung bzw. Zerstäubung des Reduktionsmittels 81 vor dem Oxidationskatalysator 4. Die zweite Düse 87 ist stromaufwärts des SCR-Katalysators 6 und stromabwärts des Oxidationskatalysators 4 angeordnet und dient zur Zuführung von Reduktionsmittel 81 in den Abgasstrom 29 vor den SCR-Katalysator 6.

Erste und zweite Verbindungsleitungen 84, 86 münden in der Umschalteinrichtung 83, die für eine wahlweise Verteilung des Reduktionsmittels auf die erste und/oder zweite Verbindungsleitung 84, 86 sorgen kann. Die Steuerung der Umschaltvorrichtung 83 erfolgt vorzugsweise temperaturabhängig, sodass in einer Kaltlaufphase der Oxidationskatalysator 4 und nach Erreichen einer bestimmten Temperatur der SCR-Katalysator 6 mit Reduktionsmittel 81 beaufschlagt werden kann.

Figur 2 verdeutlicht die Kaltlaufphase der Abgasreinigungsanlage, bei der lediglich die erste Düse 85 mit Reduktionsmittel beaufschlagt wird. Dies

wird verdeutlicht durch den Pfeil 81 entlang der ersten Verbindungsleitung 84.

Figur 3 verdeutlicht die nachfolgende Phase, bei der die Katalysatoren bereits eine vorbestimmte Betriebstemperatur erreicht haben. Hierbei wird die zweite Verbindungsleitung 86 und die zweite Düse 87 mit Reduktionsmittel 81 beaufschlagt. Dies ist durch den Pfeil 81 entlang der zweiten Verbindungsleitung 86 verdeutlicht.

Eine typische Übergangstemperatur kann bei ca. 100 °C bis 200 °C, vorzugsweise ungefähr bei 130 bis 180 °C liegen, oberhalb derer eine Umschaltung auf die Beaufschlagung des SCR-Katalysators 6 mit Reduktionsmittel 81 erfolgen kann. Eine Umschaltung kann in vorteilhafter Weise auch mittels eines Mischventils erfolgen, das für eine gleichzeitige Beaufschlagung des Oxidationskatalysators 4 sowie des SCR-Katalysators 6 im Bereich der Übergangstemperatur sorgen kann.

Von der Erfindung mit umfasst ist auch eine alternative Konfiguration, die zwei separate Zuführeinrichtungen für den Oxidationskatalysator sowie für den SCR-Katalysator vorsieht.

Der Oxidationskatalysator 4 kann in einer alternativen Ausgestaltung ein katalytisch beschichteter Partikelfilter sein, der aufgrund seiner katalytischen Beschichtung eine gleiche Wirkung aufweist wie ein bekannter Oxidationskatalysator. Zusätzlich zur gezeigten Konfiguration kann zwischen dem Oxidationskatalysator 4 und dem SCR-Katalysator 6 ein

separater Partikelfilter angeordnet sein. Dieser bewirkt eine nochmalige Verbesserung der Reinigungswirkung der Abgase.

5    Figur 4 verdeutlicht typische Temperaturverläufe des Oxidations- und des SCR-Katalysators während eines genormten Testzyklus. Als Testzyklus wird im folgenden beispielhaft auf den sogenannten MVEG-Test Bezug genommen. Auf der horizontalen Achse ist  
10    die Zeit in Sekunden und auf der vertikalen Achse die Temperatur in °C aufgetragen. Es wird deutlich, dass der Oxidationskatalysator (obere gezackte Kurve) nach einer Zeit von ca. 150 Sekunden bereits Temperaturen von bis zu 200 °C erreichen kann. Die  
15    Temperatur des SCR-Katalysators (untere gewellte Kurve) liegt nach 300 Sekunden noch deutlich unter 150 °C. Eine Zuführung von Reduktionsmittel führt bei diesen Temperaturbereichen im SCR-Katalysator noch nicht zu befriedigenden Reduktionsergebnissen  
20    von NO<sub>x</sub>. Da der Oxidationskatalysator bereits nach wenigen Sekunden auf Temperaturen von über 100 °C kommt, kann durch eine Zuführung von Reduktionsmittel vor bzw. in den Oxidationskatalysator bereits eine gute NO<sub>x</sub>-Reduktion erreicht werden. Die ge-  
25    strichelte senkrechte Linie bei ca. 300 Sekunden stellt den frühest sinnvollen Zeitpunkt für den Beginn der NH<sub>3</sub>-Eindüsung vor dem SCR-Katalysator dar. Die durchgezogene senkrechte Linie bei ca. 350 Sekunden stellt den Beginn der wirksamen NO<sub>x</sub>-  
30    Reduktion durch den SCR-Katalysator im MVEG-Testzyklus dar.

Die Figur 5 verdeutlicht die kumulierte Emission von NO<sub>x</sub> bei verschiedenen Systemen der Abgasreini-

gung über der Zeit. Auf der horizontalen Achse ist die Zeit in Sekunden und auf der vertikalen Achse die kumulierte Menge an emittierten  $\text{NO}_x$  dargestellt. Es wird deutlich, dass mit einer Eindüsung von Reduktionsmittel vor dem Oxidationskatalysator und im SCR-Katalysator gemäß der Erfindung die Emissionen von  $\text{NO}_x$  deutlich reduziert werden können.

Die unterste Kurve 20 verdeutlicht, dass nur mit dem erfindungsgemäßen System der MVEG-Grenzwert von 0,9 g  $\text{NO}_x$  erfüllt werden kann. Die darüber verlaufende unterbrochene Kurve 22 charakterisiert den Verlauf der  $\text{NO}_x$ -Emissionen bei einem herkömmlichen System aus hintereinander angeordnetem Oxidations- und SCR-Katalysator (sog. herkömmliches VR-System ohne Umschaltung). Die Kurve 24 verdeutlicht die Emissionen eines Systems, das lediglich eine Zuführung von Reduktionsmittel vor dem Oxidationskatalysator vorsieht. Zunächst erfolgt eine gute Reduktion, wogegen die erhöhten Temperaturen ab ca. 800 Sekunden die effektive  $\text{NO}_x$ -Reduzierung verhindern. Ab diesem Zeitpunkt steigen die  $\text{NO}_x$ -Emissionen steil an und nähern sich sogar den Werten der Rohemissionen (Kurve 26), da ab ca. 300 bis 350 °C eine zusätzliche  $\text{NO}_x$ -Menge erzeugt wird.

Figur 6 verdeutlicht die  $\text{NO}_x$ -reduzierende Wirkung des Oxidationskatalysators über die Temperatur. Es wird deutlich, dass ab einer Temperatur von ca. 200°C die  $\text{NO}_x$ -Reduktion deutlich absinkt und ab Temperaturen von ca. 350°C sogar zusätzlich  $\text{NO}_x$  produziert wird. Auf der horizontalen Achse ist die Temperatur und auf der vertikalen Achse der Umsatz dargestellt. Es wird deutlich, dass der Umsatz an

NO<sub>x</sub> ab einer gewissen Temperatur (ca. 200 °C) deutlich abfällt. Dies ist der Grund, weshalb nach der Kaltlaufphase die Zuführung von Reduktionsmittel vor dem Oxidationskatalysator abgeschaltet werden  
5 muss und nur noch vor dem SCR-Katalysator Reduktionsmittel zugeführt werden kann.



## Patentansprüche

5

1. Abgasreinigungsanlage zur Reinigung des Abgases einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer Brennkraftmaschine mit Selbstzündung und/oder mit Kraftstoffdirekteinspritzung, mit wenigstens einem in  
10 einem Abgaskanal der Brennkraftmaschine angeordneten Oxidationskatalysator, mit wenigstens einer diesem nachgeordneten Vorrichtung zur selektiven katalytischen Reduktion der Abgase und mit einer Zuführvorrichtung zur Zuführung von Reduktionsmittel  
15 tel in den Abgasstrom vor bzw. in die Vorrichtung zur selektiven katalytischen Reduktion, gekennzeichnet durch eine Umschaltvorrichtung (83) zur wahlweisen Zuführung von Reduktionsmittel (81) in den Abgasstrom (29) vor dem bzw. innerhalb des we-  
20 nigstens einen Oxidationskatalysators (4).

2. Abgasreinigungsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Umschaltvorrichtung (83) als Ventil ausgebildet ist.

25

3. Abgasreinigungsanlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Umschaltvorrichtung (83) als Wege-Ventil, insbesondere als 3/2-Wege-Ventil ausgebildet ist.

30

4. Abgasreinigungsanlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Umschaltvorrichtung (83) als Mischventil ausgebildet ist.

5. Abgasreinigungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Umschaltvorrichtung (83) temperaturgesteuert ist.
- 5 6. Abgasreinigungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuführeinrichtung (8) jeweils eine Dosiervorrichtung und Düsen (85,87) zur Verteilung bzw. Zerstäubung des Reduktionsmittels (81) im Abgasstrom (29)  
10 aufweist.
7. Abgasreinigungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Oxidationskatalysator (4) in unmittelbarer Nähe eines Abgasauslasses (26) der Brennkraftmaschine (2) angeordnet ist.  
15
8. Abgasreinigungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Oxidationskatalysator (4) ein katalytisch beschichteter Partikelfilter ist.  
20
9. Abgasreinigungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem wenigstens einen Oxidationskatalysator (4) und der wenigstens einen Vorrichtung zur selektiven katalytischen Reduktion wenigstens ein Partikelfilter vorgesehen ist.  
25
- 30 10. Verfahren zur Reinigung von Abgasen einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer Brennkraftmaschine mit Selbstzündung und/oder mit Kraftstoffdirekteinspritzung, bei dem ein Abgasstrom durch wenigstens einen im Abgaskanal angeordneten Oxida-

- tionskatalysator und wenigstens eine, diesem nachgeordnete Vorrichtung zur selektiven katalytischen Reduktion geleitet wird, bei der dem Abgasstrom ein Reduktionsmittel zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass dem Abgasstrom (29) das Reduktionsmittel (81) wahlweise vor dem bzw. innerhalb des wenigstens einen Oxidationskatalysators (4) zugeführt wird.
- 10 11. Verfahren nach Anspruch 10, gekennzeichnet durch eine Zuführung des Reduktionsmittels (81) in den Oxidationskatalysator (4) oder in die Vorrichtung zur selektiven katalytischen Reduktion (6).
- 15 12. Verfahren nach Anspruch 10, gekennzeichnet durch eine gleichzeitige Zuführung von Reduktionsmittel (81) in den Oxidationskatalysator (4) und in die Vorrichtung zur selektiven katalytischen Reduktion (6) während einer Übergangszeit.
- 20 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, gekennzeichnet durch eine Zuführung und/oder Zerstäubung des Reduktionsmittels (81) mittels Düse (85,87).
- 25 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, gekennzeichnet durch eine temperaturgesteuerte Zuführung des Reduktionsmittels (81) in den Oxidationskatalysator (4) und/oder in die Vorrichtung zur
- 30 selektiven katalytischen Reduktion (6).
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, gekennzeichnet durch eine temperaturgesteuerte Zuführung des Reduktionsmittels (81) in den Oxidati-

- 18 -

onskatalysator (4) bei Abgastemperaturen von weniger als ca. 150 bis 200 °C, insbesondere von weniger als ca. 180 °C im Oxidationskatalysator (4).

- 5 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 15, gekennzeichnet durch eine temperaturgesteuerte Zuführung des Reduktionsmittels (81) in die Vorrichtung zur selektiven katalytischen Reduktion (6) bei  
10 insbesondere von mehr als ca. 180 °C in der Vorrichtung zur selektiven katalytischen Reduktion.



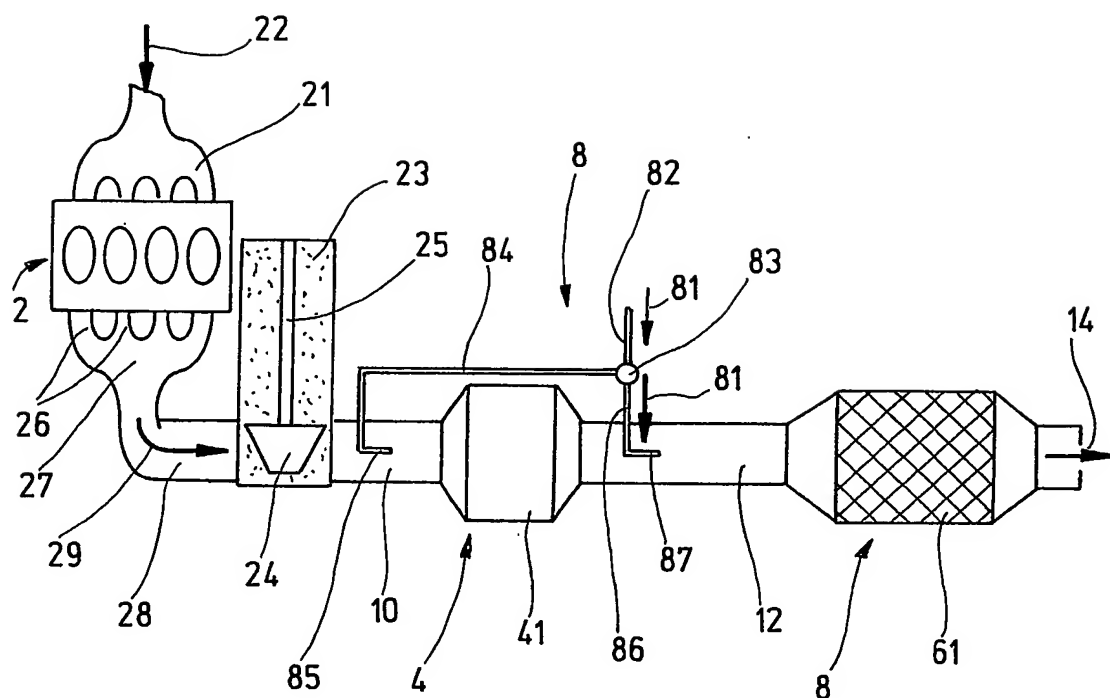


Fig.3

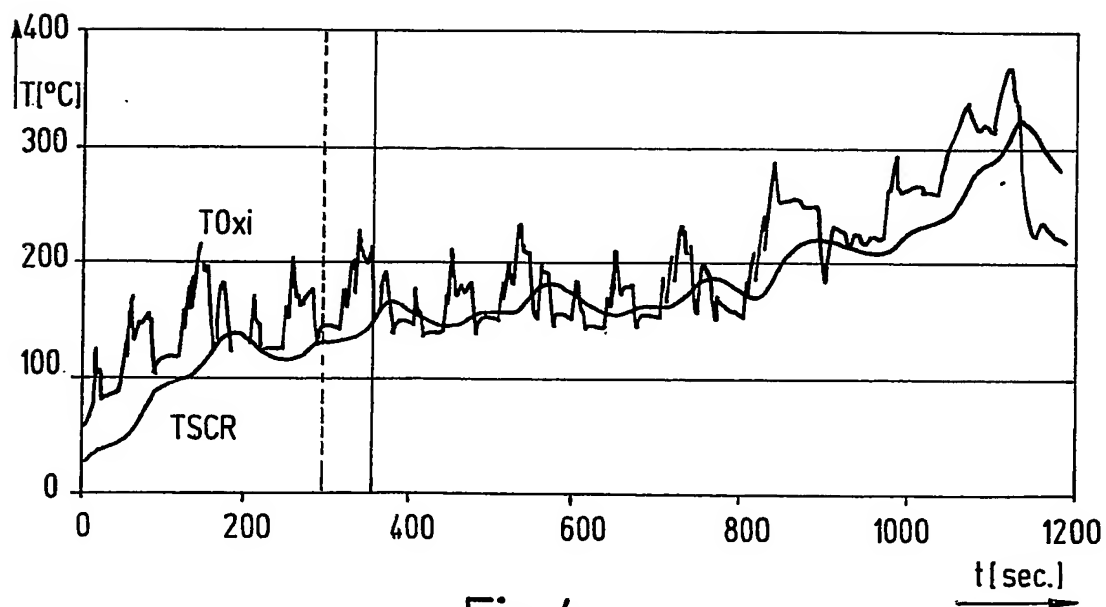


Fig.4

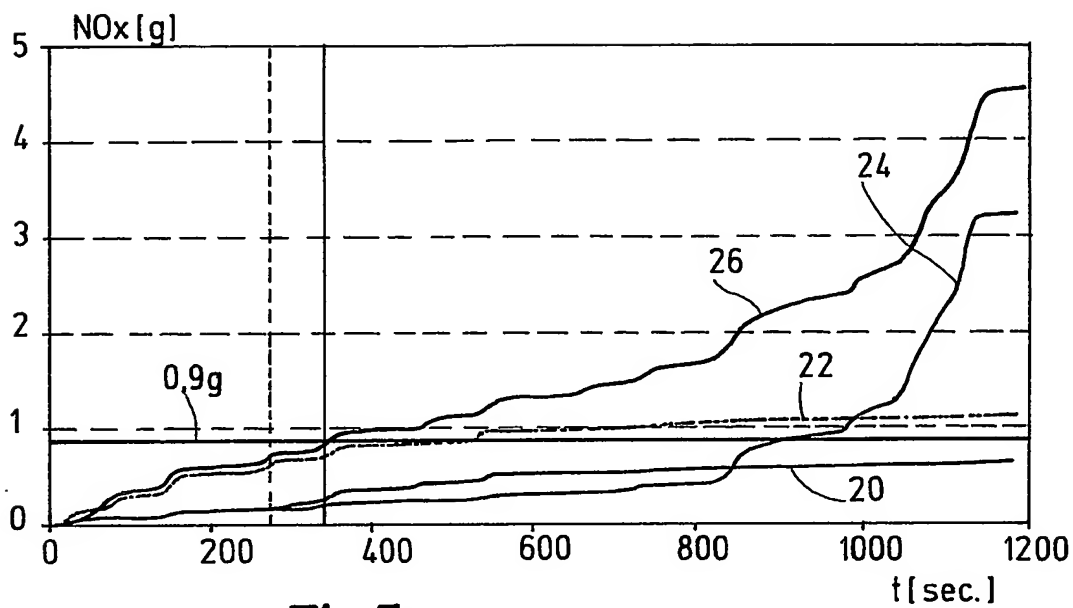


Fig. 5

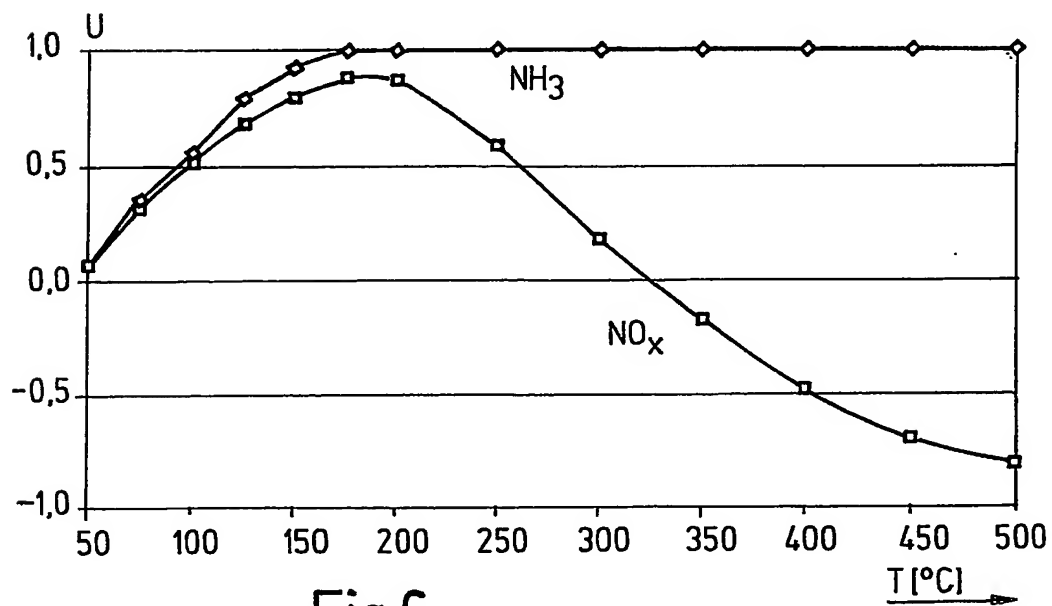


Fig. 6

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/01800

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 7 F01N3/20 F01N3/035 F01N3/021

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 7 F01N F02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	US 2003/014194 A1 (FISCHER STEFAN) 16 January 2003 (2003-01-16) column 1, paragraphs 4,8 page 2, paragraphs 11,12,15,16,18 page 3, paragraph 35 page 4, line 2-7 figure 2	1-7, 10-15
X Y	US 6 293 097 B1 (HAMMERLE ROBERT HENRY ET AL) 25 September 2001 (2001-09-25) column 2, line 14,15,58-64 column 3, line 2,24,25,35-46 column 4, line 53,54 column 5, line 11-13,20-22 figure 2	1,2,6,7, 10,13,14 8,9
	---	
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 September 2003

Date of mailing of the international search report

19/09/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Boye, M



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/01800

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 99 39809 A (GOERSMANN CLAUS FRIEDRICH ;JOHNSON MATTHEY PLC (GB); CHANDLER GUY) 12 August 1999 (1999-08-12) page 1, line 21-25,30-32 page 2, line 6-10,26-28 -----	8,9
A	DE 199 24 215 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 2 December 1999 (1999-12-02) abstract; figure 1 -----	1,10
A	DE 42 14 183 A (MERCEDES-BENZ AKTIENGESELLSCHAFT) 9 June 1993 (1993-06-09) abstract; figure 1 -----	1,10
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 07, 31 August 1995 (1995-08-31) & JP 07 100335 A (NIPPON OIL CO LTD), 18 April 1995 (1995-04-18) abstract -----	1,10,11

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 03/01800

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 2003014194	A1	16-01-2003	WO	0164319 A1		07-09-2001
			EP	1259308 A1		27-11-2002
US 6293097	B1	25-09-2001	DE	10035678 A1		01-03-2001
			GB	2353234 A , B		21-02-2001
WO 9939809	A	12-08-1999	AT	209954 T		15-12-2001
			AU	2290299 A		23-08-1999
			CA	2319483 A1		12-08-1999
			DE	29923945 U1		31-10-2001
			DE	69900548 D1		17-01-2002
			DE	69900548 T2		23-05-2002
			DK	1054722 T3		04-03-2002
			EP	1054722 A1		29-11-2000
			WO	9939809 A1		12-08-1999
			JP	2002502927 T		29-01-2002
			NO	20003963 A		04-08-2000
DE 19924215	A	02-12-1999	JP	11343834 A		14-12-1999
			DE	19924215 A1		02-12-1999
			FR	2779178 A1		03-12-1999
DE 4214183	A	09-06-1993	DE	4214183 A1		09-06-1993
JP 07100335	A	18-04-1995	NONE			

### A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F01N3/20 F01N3/035 F01N3/021

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

**Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)**

IPK 7 F01N F02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

### C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERBLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
P, X	US 2003/014194 A1 (FISCHER STEFAN) 16. Januar 2003 (2003-01-16) Spalte 1, Absätze 4,8 Seite 2, Absätze 11,12,15,16,18 Seite 3, Absatz 35 Seite 4, Zeile 2-7 Abbildung 2	1-7, 10-15
X	US 6 293 097 B1 (HAMMERLE ROBERT HENRY ET AL) 25. September 2001 (2001-09-25)	1,2,6,7, 10,13,14
Y	Spalte 2, Zeile 14,15,58-64 Spalte 3, Zeile 2,24,25,35-46 Spalte 4, Zeile 53,54 Spalte 5, Zeile 11-13,20-22 Abbildung 2	8,9

**X** Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

**Y** Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie anagehen ist.

- "X"** Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindungen für einen Fachmann naheliegend ist**

- \*& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. September 2003

**Absendedatum des internationalen Becherchenberichts**

19/09/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

### Bevollmächtigter Bediensteter

Boye, M

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 99 39809 A (GOERSMANN CLAUS FRIEDRICH ;JOHNSON MATTHEY PLC (GB); CHANDLER GUY) 12. August 1999 (1999-08-12) Seite 1, Zeile 21-25,30-32 Seite 2, Zeile 6-10,26-28 ----	8,9
A	DE 199 24 215 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 2. Dezember 1999 (1999-12-02) Zusammenfassung; Abbildung 1 ----	1,10
A	DE 42 14 183 A (MERCEDES-BENZ AKTIENGESELLSCHAFT) 9. Juni 1993 (1993-06-09) Zusammenfassung; Abbildung 1 ----	1,10
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 07, 31. August 1995 (1995-08-31) & JP 07 100335 A (NIPPON OIL CO LTD), 18. April 1995 (1995-04-18) Zusammenfassung -----	1,10,11

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/01800

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument			Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2003014194	A1	16-01-2003	WO EP	0164319 A1		07-09-2001
				1259308 A1		27-11-2002
US 6293097	B1	25-09-2001	DE GB	10035678 A1		01-03-2001
				2353234 A , B		21-02-2001
WO 9939809	A	12-08-1999	AT AU CA DE DE DE DK EP WO JP NO	209954 T		15-12-2001
				2290299 A		23-08-1999
				2319483 A1		12-08-1999
				29923945 U1		31-10-2001
				69900548 D1		17-01-2002
				69900548 T2		23-05-2002
				1054722 T3		04-03-2002
				1054722 A1		29-11-2000
				9939809 A1		12-08-1999
				2002502927 T		29-01-2002
				20003963 A		04-08-2000
DE 19924215	A	02-12-1999	JP DE FR	11343834 A		14-12-1999
				19924215 A1		02-12-1999
				2779178 A1		03-12-1999
DE 4214183	A	09-06-1993	DE	4214183 A1		09-06-1993
JP 07100335	A	18-04-1995	KEINE			

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**